

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-034270

(43)Date of publication of application : 31.01.2002

(51)Int.Cl.

H02N 2/00
F02D 41/34
F02D 45/00
F02M 47/02
F02M 51/00
H01L 41/083
// F02M 51/06

(21)Application number : 2001-103954

(71)Applicant : ROBERT BOSCH GMBH

(22)Date of filing : 02.04.2001

(72)Inventor : HEDENETZ ANDREAS
BARNICKEL KAI
NEWALD JOSEF
SCHULZ UDO

(30)Priority

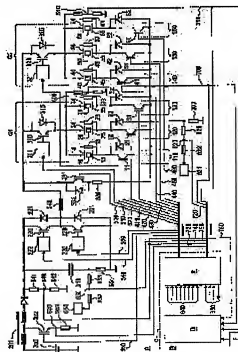
Priority number : 2000 00106961 Priority date : 01.04.2000 Priority country : EP

(54) METHOD AND APPARATUS FOR TIMED MEASUREMENT OF VOLTAGE ACROSS DEVICE IN CHARGING CIRCUIT OF AT LEAST ONE PIEZOELECTRIC ELEMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To easily attain the response to the injection operation of the predetermined actuator of a value to be accumulated in a buffer.

SOLUTION: For the timed measurement of a voltage across a device in a charging circuit of the piezoelectric elements 10, 20, 30, 40, 50, 60 used in a fuel injection system, a voltage applied on the device is synchronized with the injection phenomenon of at least one piezoelectric actuator and such voltage is detected and read at the predetermined timing. Here, the device may be a piezoelectric element or a buffer capacitor.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-34270

(P2002-34270A)

(43) 公開日 平成14年1月31日 (2002.1.31)

| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テ-ポ-ド [*] (参考) |
|---------------------------|-------|---------------|-------------------------|
| H 0 2 N 2/00 | | H 0 2 N 2/00 | B 3 G 0 6 6 |
| F 0 2 D 41/34 | | F 0 2 D 41/34 | W 3 G 0 8 4 |
| 45/00 | 3 6 4 | 45/00 | 3 6 4 N 3 G 0 1 |
| | | | 3 6 4 Q |
| F 0 2 M 47/02 | | F 0 2 M 47/02 | |

審査請求 未請求 請求項の数18 O L 外旨出願 (全 55 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-103954 (P2001-103954)

(22) 出願日 平成13年4月2日 (2001.4.2)

(31) 優先権主張番号 0 0 1 0 6 9 6 1 . 6

(32) 優先日 平成12年4月1日 (2000.4.1)

(33) 優先権主張国 欧米特許庁 (E P)

(71) 出願人 390023711

ローベルト ボツシユ ゲゼルシヤフト

ミット ベシユレンクナル ハフツツグ

ROBERT BOSCH GMBH

ドイツ連邦共和国 シュツツガルト

(盛池なし)

(72) 発明者 アンドレアス ヘデキッツ

ドイツ連邦共和国 デンケンドルフ ビス

マルクシュトラッセ 40

(74) 代理人 100081815

弁理士 矢野 敏雄 (外4名)

最終頁に続く

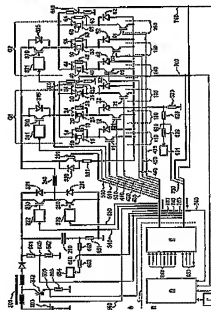
(54) 【発明の名称】 少なくとも1つの圧電素子の充電回路におけるデバイスにかかっている電圧をタイミングをとって減速するための方法および少なくとも1つの圧電素子の充電回路におけるデバイスにかかっている

(57) 【要約】

(修正有)

【解決手段】 燃料噴射システムなどに用いられる圧電素子10、20、30、40、50、60の充電回路におけるデバイスにかかっている電圧のタイミングのとれた間定のため、デバイスにかかっている電圧が、少なくとも1つの圧電式アクチュエータの噴射率と同期させて前記で決められている時点で検出されかつ読み出される。デバイスは圧電素子またはバッファキャパシタであってもよい。

【効果】 バッファに蓄積される電の、所定のアクチュエータの噴射操作に対する対応が簡単に把握できる。



(2)

特開 2002-34270

1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも 1 つの圧電素子の充電回路におけるデバイスにかかっている電圧をタイミング測定するための方法において、

前記デバイスにかかっている電圧を検出し、かつ該検出された電圧を前記少なくとも 1 つの圧電素子の噴射事象と同期された前記で決められている時点において読み出すことを特徴とする方法。

【請求項 2】 前記デバイスは前記少なくとも 1 つの圧電素子である請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】 前記デバイスはバッファキャパシタである請求項 1 記載の方法。

【請求項 4】 前記前記で決められている時点は、噴射事象のそれぞれの充電または放電動作の前または後のずらされた前記で決められている時点である請求項 1 記載の方法。

【請求項 5】 それぞれの充電または放電動作をそれぞれのストロークパルスに 대응してスタートさせ、前記ずらされた前記で決められている時点は該それぞれのストロークパルスに関連している請求項 4 記載の方法。

【請求項 6】 前記前記で決められている時点は、それぞれのストロークパルスと一致しており、それぞれの充電または放電動作はそれぞれのストロークパルスに続くずらされた第 2 の前記で決められている時点においてスタートされる請求項 5 記載の方法。

【請求項 7】 前記少なくとも 1 つの圧電式アクチュエータのエネルギーまたは電力消散を求めると、前記少なくとも 1 つの圧電式アクチュエータのキャパシタンスを求めると、前記バッファキャパシタのキャパシタンスおよび/または該回路の診断すること、および前記デバイスにかかっている電圧を調整することの少なくとも 1 つの少なくとも、前記読み出し電圧を使用する請求項 1 または 3 記載の方法。

【請求項 8】 例えはエージング現象および/または温度効果に対して、前記少なくとも 1 つの圧電素子の充電または放電を補正するために前記読み出し電圧を使用する請求項 1 から 6 までのいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 9】 前記少なくとも 1 つの圧電素子の少なくとも 1 つおよび/または該少なくとも 1 つの圧電素子に関連付けられている少なくとも 1 つの噴射器の診断のために前記読み出し電圧を使用する請求項 1 から 6 までのいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 10】 前記少なくとも 1 つの圧電素子は、バンクに電気的に並列に配置されている少なくとも 2 つの圧電素子を含んでおり、前記検出される電圧は該バンクにかかっている電圧である請求項 1 または 2 記載の方法。

【請求項 11】 前記少なくとも 1 つの圧電素子は、機関燃料噴射システムの部分である請求項 1 から 10 までのいずれか 1 項記載の方法。

2

【請求項 12】 少なくとも 1 つの圧電素子 (10, 20, 30, 40, 50, 60) の充電回路におけるデバイスにかかっている電圧をタイミングをとって測定するための装置において、電圧測定デバイス (E) が設けられており、該電圧測定デバイスは前記充電回路におけるデバイスにかかっている電圧を検出し、該電圧測定デバイスは該検出された電圧を前記少なくとも 1 つの圧電素子の噴射事象と同期された少なくとも 1 つの前記で決められている時点において読み出すことを特徴とする装置。

【請求項 13】 前記充電回路におけるデバイスは前記少なくとも 1 つの圧電素子 (10, 20, 30, 40, 50, 60) である請求項 12 記載の装置。

【請求項 14】 前記充電回路におけるデバイスはバッファキャパシタ (210) である請求項 12 記載の装置。

【請求項 15】 前記少なくとも 1 つの前記で決められている時点は、前記少なくとも 1 つの圧電素子 (10, 20, 30, 40, 50, 60) の少なくとも 1 つのそれぞれの充電または放電動作の前または後のずらされた前記で決められている時点である請求項 12 記載の装置。

【請求項 16】 前記電圧測定デバイス (E) は、電圧検出器、マイクプロセッサ、A/D 変換器およびバッファの少なくとも 1 つを含んでいる請求項 12 から 15 までのいずれか 1 項記載の装置。

【請求項 17】 前記少なくとも 1 つの圧電素子 (10, 20, 30, 40, 50, 60) は、機関燃料噴射システムの部分である請求項 12 から 16 までのいずれか 1 項記載の装置。

【請求項 18】 並列に配置されている第 1 の圧電素子 (10, 20, 30) の第 1 のバンクにかかっている第 1 の電圧および並列に配置されている第 2 の圧電素子 (40, 50, 60) の第 2 のバンクにかかっている第 2 の電圧をタイミングをとって測定するための装置において、電圧測定デバイス (E) が設けられており、該電圧測定デバイスは前記第 1 および第 2 の電圧を検出し、該電圧測定デバイスは該検出された第 1 および第 2 の電圧を前記第 1 および第 2 の圧電素子の少なくとも 1 つの噴射事象と同期された前記で決められている時点において読み出すことを特徴とする装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】 本発明は、請求項 1 の上位概念に記載の方法および請求項 14 の上位概念に記載の装置、すなわち、圧電素子の充電回路におけるデバイスにかかっている電圧をタイミングをとって測定するための方法および装置に関する。

【0002】 一般詳細に考察される本発明の圧電素子は独占的にではなく、殊に、アクチュエータとして使用される圧電素子である。圧電素子はこのような目的のた

(3)

特開2002-34270

3

めに使用することができる。というのは、周知のように、圧電素子は、それに供給される電圧の周波数として収束するまたは伸張する特性を有しているからである。問題のアクチュエータが急速および/または解弛な動きを突如ししなければならないと際に、圧電素子を使用するアクチュエータを具体化実装すると有利である。

【0003】圧電素子をアクチュエータとして使用することはなく、内燃機関に対する燃料噴射ポンプにおいて有利であることが実証されている。圧電素子を噴射バルブアクチュエータとして使用することに関しては、EP0371469B1号およびEP0379192B1号の両刊行物が参考になる。この種の圧電素子は、所定の、一般に動作点に依存している電圧に充電される。圧電素子は縦方向に伸張し、それが噴射バルブの開閉を制御するために使用される。圧電素子を近似的に充電および放電することによって、所望の噴射操作または噴射プロフィールを実現することができる。

【0004】図1はアクチュエータとして圧電素子2010を利用する燃料噴射システムの概略図である。図7を参照すると、この圧電素子2010は電気的にエネルギーを与えられ、所与の活性化電圧に反応して伸長および収束する。この圧電素子2010はピストン2015に結合されている。伸長した状態で、この圧電素子2010によって、このピストン2015は、液体、例えば燃料を含む液圧アダプタ2020へと突き出される。この圧電素子の伸長の結果、往動式制御バルブ2025は液圧的にこの液圧アダプタ2020から押し出され、バルブプラグ2035が第1の閉位置2040から押し出される。往動式制御バルブ2025と中空ボア2050との組み合わせはしばしば液圧往復バルブと呼ばれる。その理由は、圧電素子2010が膨張されていない場合には、この往動式制御バルブ2025はその第1の閉位置2040に停止しているからである。他方で、圧電素子2010が完全に伸長すると、このバルブ2025はその第2の閉位置2030に停止する。バルブプラグ2035の後者の位置が概略的に図7においてはゴーストラインで表されている。

【0005】燃料噴射システムは加圧燃料供給ライン2080からシリンダ（図示せず）への燃料の噴射用の噴射ニードル2070を有する。圧電素子2010が膨張されていない場合には圧電素子が完全に伸長している場合、往動式制御バルブ2025はそれぞれ第1の閉位置2040または第2の閉位置2030に停止している。いずれの場合にも、液圧レベル圧力は閉位置に噴射ニードル2070を維持する。よって、燃料混合気はシリンダ（図示せず）には入らない。逆に、圧電素子2010が膨張され、これにより往動式制御バルブ2025が中空ボア2050においていかなる中間位置にある場合には、加圧燃料供給ライン2060において圧力降下がある。圧力降下の結果、噴射ニードル2070のトッ

4

プとボトムとの間において加圧燃料供給ライン2060における圧力差が生じ、このため、この噴射ニードル2070は持ち上げられ、シリンダ（図示せず）への燃料噴射が行われる。

【0006】相応のシステムの一層詳細な説明は、ドイツ連邦共和国特許出願DE19742073A1およびDE19762984A1にて読むことができ、これをもってこれらは全部がここに組み込まれたものになる。これらの特許出願は、燃料噴射システムにおける噴射ニードルを制御するための往動式制御バルブを持つ圧電素子を開示している。

【0007】正確な燃料噴射体積を実現するために、圧電素子の縦方向の伸長の程度の精度が重要であり、かつそれ故に、充電電圧レベルの精度が重要である。エンジン現象および温度は縦方向の伸張、またはストローク、および圧電素子のキャパシタンスに顕著な効果をもたらす可能性がある。所望のストロークは、アクチュエータエレメントのエージングおよび/または温度に依存して、異なった充電電圧を必要とすることがある。アクチュエータ、特に関連バルブの所望のストロークを確保するために、充電電圧は恒的に調整されなければならない。それ故に、適切なかつ正確な手法で圧電素子における電圧を測定できるようにすることが重要である。診断目的で、圧電素子の充電回路のバックキャパシタンスにおける電圧を測定できるようにすることも重要である。

【0008】本発明の課題は、圧電素子の充電回路におけるデバイスの電圧値を簡単な測定およびタイミング構想を使用して測定することである。アクチュエータのキャパシタンスおよびエネルギーコストまたは電力消散係数が求められるようにしたい。これにより、アクチュエータエージング現象を推察し、これに応じてアクチュエータ参照電圧を調整することができる。バックキャパシタンスおよび関連の回路も診断できるようにしたい。

【0009】本発明は、請求項1の上位概念に記載の方法、すなわち少なくとも1つの圧電素子の充電回路におけるデバイスにかかっている電圧をタイミング測定するための方法を提供し、デバイスにかかっている電圧が検出され、かつ検出された電圧が、少なくとも1つの圧電素子の噴射操作と同期された前記で決められている時点において読み出される。

【0010】本発明は、請求項12の上位概念に記載の装置、すなわち少なくとも1つの圧電素子の充電回路におけるデバイスにかかっている電圧をタイミング測定するための装置も提供する。電圧測定デバイスが設けられている。電圧測定デバイスはデバイスにかかっている電圧を検出し、かつ電圧測定デバイスは検出された電圧を、少なくとも1つの圧電式アクチュエータの噴射操作と同期している少なくとも1つの前記で決められている時点において読み出す。

【0011】請求項1および12に記載の方法および装

50

(4)

特開2002-34270

5

座においてその電圧が測定されるデバイスは、少なくとも1つの圧電素子それ自体または充電回路のパワーキャパシタであってよい。

【0012】本発明は、請求項18の上位概念に記載の装置、すなわち並列に配置されている第1の圧電素子の第1のバンクにかかっていて第1の電圧および並列に配置されている第2の圧電素子の第2のバンクにかかっていて第2の電圧をタイミング測定するための装置も提供する。電圧測定デバイスが設けられている。電圧測定デバイスは各電圧を検出し、該電圧測定デバイスは該検出

【0013】本発明は、噴射操作と同期されたアクチュエータ固有の手立てトリガされる電圧測定を使用している。これにより、アクチュエータ電圧の制御または修正、並びにパワーマニパレーションの診断が可能になる。所望のアクチュエータストロークは以前より一層正確に実現することができ、一層正確な噴射が行われることになる。

【0014】次に本発明を、図面を参照して、図示の実施例について一層詳細に説明する。

【0015】まず、図1aをいし図1dを参照する。各図には、左から右へ水平方向に沿った共通の時間軸を共有している。

【0016】図1aは、圧電式アクチュエータの噴射サイクルに対する噴射プロファイルを示す断面図である。時間軸は左から右へ水平方向の軸に沿っている。垂直方向の軸における正の値は噴射現象の存在を表している。VE1、VE2、HEおよびNEは第1の予備噴射、第2の予備噴射、主噴射および後噴射現象をそれぞれ表している。

【0017】図1bには、圧電式アクチュエータによって変位される機械式制御バルブに対する、図1aの噴射プロファイルに相応する噴射制御バルブ位置が図面中で示されている。垂直方向の軸は制御バルブ位置を表しているが、LCは低い方の弁座閉鎖位置を示し、MOは真ん中の開放位置を示し、かつUCは上の方の弁座閉鎖位置を示している。噴射現象VE1、VE2、HEおよびNEは、図1aに示されている噴射現象に対応している。制御バルブが真ん中の開放位置MOにあるとき噴射現象が生じ、一方制御バルブが低い方の弁座閉鎖位置LCかまたは上の方の弁座閉鎖位置UCにあるとき、噴射は生じないことが明らかである。

【0018】図1cは、図1aの噴射プロファイルに相応する、ストロークバルス2を説明する断面図である。ストロークバルス2は、圧電式アクチュエータの充電または放電動作をスタートさせるためおよび相対的に噴射現象をスタートまたは終了させるためのトリガ信号として役立つ。従って、図1aおよび図1cを比較参照して分か

6

るように、ストロークバルス2は噴射現象VE1、VE2、HEおよびNEのスタートおよび終了に対応している。上述したように、圧電式アクチュエータの選択的な充電および放電によりアクチュエータは任意方向に伸張することになり、これにより噴射バルブが開放および閉鎖されて、所望の噴射プロファイルが実現される。ストロークバルス2は圧電式アクチュエータ制御システムによって発生され、その実施例については後で詳細に説明する。

【0019】図1dは、図1aの噴射プロファイルに対応している、電圧測定トリガバルス4を説明する断面図である。電圧測定トリガバルス4は、圧電素子にかかっていて電圧が読み出されかつ記憶されるようにするのに役立つ。電圧測定トリガバルス4は有利には、圧電素子の所望の充電または放電現象の前または後の一定のタイムオフセットA1で生じる。このこと、ストロークバルス2の前縁の前または後縁の後のタイムオフセットA1に対応している。図1dには、電圧測定トリガバルス4がストロークバルスの後縁後のタイムオフセットA1で生じるように設定されている実施例が示されている。本発明の別の実施例において、タイムオフセットA1は可変の大きさであってよくおよび/またはいくつものストロークバルスの始めの前およびその他のストロークバルスの終了後に生じるのでよい。電圧測定トリガバルス4は、圧電式アクチュエータ制御システムによって発生され、その実施例については後で詳述する。

【0020】次に図2を参照する。ここには、燃料噴射システムの少なくとも1つの圧電素子にかかっていて電圧のタイミングをとられた測定のための装置例が暗示されている。図2には詳細な領域Aおよび詳細でない領域Bが存在する。これらの領域の分割は破線Cによって示されている。詳細な領域Aは圧電素子0、2、3、4、5、6を充電および放電するための回路を含んでいる。考察している例ではこれらの圧電素子0、2、3、4、5、6、60は内燃機関の（とりわけいわゆるコモンレールインジェクタの）燃料噴射ノズルにおけるアクチュエータである。圧電素子はこのような目的のために使用されよう。なぜなら、短時間の間に、圧電素子は圧電素子に印加される電圧または圧電素子に発生する電圧の周数として取組または伸張するという特性を有しているからである。詳細ではない領域Bは制御ユニットDおよびアクティベーションC-Eを含み、これら制御ユニットDおよびアクティベーションC-Eの2つによって詳細な領域A内の素子が制御される。生じているレール圧力を測定するための測定構成要素Fも示されている。

【0021】上述したように、詳細に示されている領域A内の回路は6つの圧電素子10、20、30、40、50、60を有している。説明している実施例において6つの圧電素子10、20、30、40、50、60を

(5)

特開2002-34270

7

採用している理由は、内蔵検出内の6つのシリンドを個別に制御することができるからである。従って、その他の目的に達するように圧電素子の数はいくつであっても構わない。

【0022】圧電素子10、20、30、40、50、60は第1のグループ、またはバンクG1と第2のグループ、またはバンクG2に分散されており、各々のグループは3つの圧電素子を有する（すなわち、圧電素子10、20、30は第1のグループG1にありかつ圧電素子40、50、60は第2のグループG2にある）。グループG1およびG2は互いに並列に接続された回路部分の構成部分である。グループセレクトスイッチ310、320は、圧電素子10、20、30あるいは40、50、60のグループG1、G2のうちのどちらが共通の充放電経路によってその都度放電されるのかを決定するために使用される（しかしこれらグループセレクトスイッチ310、320は、後で説明するように、充電プロシージャにとっては無意味である）。

【0023】グループセレクトスイッチ310、320はコイル240とそれぞれグループG1およびG2（のコイル側の端子）の間に設けられており、トランジスタとしてインプリメントされている。サイドドライバ（side driver）311、321は、要求された通りにアクチベーションIC Eから受信した制御信号をスイッチの制御に適した電圧に変換するようにインプリメントされている。

【0024】（グループセレクトダイオードと呼ばれる）ダイオード315および325がそれぞれグループセレクト310、320と並列に設けられている。もしグループセレクトスイッチ310、320がMOSFETまたはIGBTとしてインプリメントされているならば、例えば、これらのグループセレクトダイオード315、325は寄生ダイオード自体によって構成されていてもよい。ダイオード315、325は充電プロシージャの間にはグループセレクトスイッチ310、320をバイパスする。従って、グループセレクトスイッチ310、320の機能は、ただ放電プロシージャのために圧電素子10、20、30あるいは40、50、60のグループG1、G2を選択するように低減されている。

【0025】各グループG1あるいはG2において、圧電素子10、20、30あるいは40、50、60は、並列接続されている圧電ブランチ110、120、130（グループG1）および140、150、160（グループG2）の構成部分として設けられている。各圧電ブランチは、圧電素子10、20、30、40、50あるいは60および（ブランチ抵抗器と呼ばれる）抵抗器13、23、33、43、53あるいは63を有する第1の並列回路とトランジスタ11、21、31、41、51あるいは61としてインプリメントされた（ブラン

8

チセレクトスイッチと呼ばれる）セレクトスイッチおよび（ブランチダイオードと呼ばれる）ダイオード12、22、32、42、52あるいは62から成る第2の並列回路とから成る直列回路を有する。

【0026】ブランチ抵抗器13、23、33、43、53あるいは63は3によって、各々特定の圧電素子10、20、30、40、50あるいは60は充電プロシージャの間および後で連続的に自分で放電されるようになる。なぜならば、これらのブランチ抵抗器は各々特定の圧電素子10、20、30、40、50あるいは60の両方の端子を互いに接続しているからである。しかし、これらのブランチ抵抗器13、23、33、43、53あるいは63は、後で述べるように、制御される充電および放電プロシージャに比べてこのプロシージャをゆっくり行うに足る十分な大きさを有している。従って、あらゆる圧電素子10、20、30、40、50または60の電荷は充電プロシージャの後の適切な時間内では変化していないと考えることは、十分に合理的な假定である（それでもやはりこれらのブランチ抵抗器13、23、33、43、53および63をインプリメントする理由は、システムのブレークダウンまたは他の異常な状況の場合に圧電素子10、20、30、40、50および60に電荷を残すことを回避するためである）。よって、これらのブランチ抵抗器13、23、33、43、53および63は以下の記述においては無視してよい。

【0027】個々の圧電ブランチ110、120、130、140、150あるいは160のブランチセレクトスイッチ/ブランチダイオード対、すなわち圧電ブランチ110のセレクトスイッチ11およびダイオード12、圧電ブランチ120のセレクトスイッチ21およびダイオード22等々は、寄生ダイオードを有する電子スイッチ（すなわちトランジスタ）、例えば（グループセレクトスイッチ/ダイオード対310および315あるいは320および325に対して上で述べたように）MOSFETまたはIGBTを利用してインプリメントすることができる。ブランチセレクトスイッチ11、21、31、41、51あるいは61は、圧電素子10、20、30、40、50または60のうちのどれが各々のケースにおいて共通の充放電経路によって充電されるのかを決定するのに利用される；各々のケースにおいて、充電される圧電素子10、20、30、40、50または60は、後で述べる充電プロシージャの間に形成されるブランチセレクトスイッチ11、21、31、41、51または61のすべての圧電素子である。

【0028】従ってことができるが、放電プロシージャでは圧電素子10、20および30あるいは40、50および60の第1のグループG1または第2のグループG2のいずれかまたは両方のグループを選択する必要がある。

【0029】圧電素子10、20、30、40、50、60

(6)

特開2002-34270

9

よび60自体に亘ると、ブランチセクタ圧電端子15、25、35、45、55あるいは65は、ブランチセクタスイッチ11、21、31、41、51あるいは61または相対的ダイオード12、22、32、42、52あるいは62のいずれかを介しておよびこれらの両方のケースにおいて付加的に抵抗器300を介して接地される。

【0030】抵抗器300の目的は、圧電素子10、20、30、40、50および60の充電および放電の間にブランチセクタ圧電端子15、25、35、45、55あるいは65と接地との間に流れる電流を測定することである。これらの電流を知ること、圧電素子10、20、30、40、50および60の制御される充電および放電が可能になる。とりわけ、この電流の大きさに依存する手法で充電スイッチ220および放電スイッチ230を開閉することによって、後ほど詳しく説明するように、充電電流および放電電流を所定の平均値にセットすることおよび/または充電電流および放電電流が所定の最大値を超過するおよび/または所定の最小値より下に低下するのを防ぐことが可能である。

【0031】考察されるこの実施例では、測定自体は、既に例えば5V DCの電圧を供給する電圧源621および2つの抵抗器622および623としてインプリメントされた分置器を通過する。これは、アクティブーションIC E（このICによって測定が実施される）を負の電圧に帰還するためである。この負の電圧はさもなくば測定点620で発生するかもしれない。このアクティブーションIC Eによっては処理できない。このような負の電圧は、前記電圧源621および分置器抵抗622および623によって供給される正の電圧セットアップを加算することによって正の電圧に変化される。

【0032】圧電素子10、20、30、40、50、60のもう一方の端子、すなわちグループセクタ圧電端子14、24、34、44、54あるいは64は、グループセクタスイッチ310あるいは320を介してまたはグループセクタダイオード315あるいは325を介して並びにコイル240を介しておよび充電スイッチ220および充電ダイオード221から成る並列回路を介して電圧源の正の極に接続され、更にこのグループセクタ圧電端子14、24、34、44、54あるいは64は選択的にまたは付加的にグループセクタスイッチ310あるいは320を介してまたはダイオード315あるいは325を介して並びにコイル240を介しておよび放電スイッチ230および放電ダイオード231から成る並列回路を介して接地される。充電スイッチ220および放電スイッチ230は、サイドフライバ222あるいは232を介して制御されるトランジスタとしてインプリメントされている。

【0033】電圧源は容量特性を有する素子を有し、この素子はこの考察される実施例では（バッファ）キャパ

10

シタ210である。キャパシタ210はバッテリー200（例えば自動車搭載バッテリー）およびこのバッテリーに後継接続されたDC電圧変換器201によって充電される。DC電圧変換器201はバッテリー電圧（例えば2.5V）を実質的に他のいずれかのDC電圧（例えば2.50V）に変換し、キャパシタ210をその電圧まで充電する。DC電圧変換器201はトランジスタスイッチ202および抵抗器203によって制御される。この抵抗器203は測定点630から行われる電流測定のために利用される。

10

【0034】クロスチェックの目的で、測定点650における更に別の電流測定がアクティブーションIC E並びに抵抗器651、652および653および5V DC電圧源654によって可能である。更に、測定点640における電圧測定がアクティブーションIC E並びに分置抵抗器641および642によって可能である。

20

【0035】最後に、（完全放電抵抗器と呼ばれる）抵抗器330、（ストップスイッチと呼ばれる）トランジスタとしてインプリメントされたストップスイッチ331および（完全放電ダイオードと呼ばれる）ダイオード332は、（もし圧電素子が後で詳しく説明するような「ノーマルな」放電動作によっても放電されないことが起こってしまうならば）圧電素子10、20、30、40、50および60を放電させるために使用される。ストップスイッチ331は有利には「ノーマルな」放電プロセス（放電スイッチ230を介する周知放電）の後で閉成される。それゆえ、圧電素子10、20、30、40、50、60は抵抗器330および330を介して接地され、これにより圧電素子10、20、30、40、50、60に残っているかもしれないどんな残荷電荷も除去される。完全放電ダイオード332は、負の電圧が電圧によってはこれによってダメージをうけるかもしれない圧電素子10、20、30、40、50、60で発生することを阻止する。

30

【0036】すべての圧電素子10、20、30、40、50、60または特にいずれか1つの圧電素子充電および放電は（すべてのグループおよびこれらのグループの圧電素子に共通の）単一の充放電回路によって行われる。考察されるこの実施例では、共通充放電回路はバッテリー200、DC電圧変換器201、キャパシタ210、充電スイッチ220および放電スイッチ230、充電ダイオード221および放電ダイオード231およびコイル240を有する。

40

【0037】圧電素子の充電および放電は同じように動作し、以下において説明される。ただし第1の圧電素子10だけを参照する。

【0038】充電および放電プロセスの間に発生する状態を図3a～3dを参照しながら説明する。図3aおよび3bは圧電素子10の充電を、図3cおよび3d

(7)

特開2002-34270

11

は圧電素子10の放電を示している。

【0039】充電または放電されるべき1つまたは複数の特定の圧電素子10、20、30、40、50または60の選択、以下において記述されるような充電プロセス並びに放電プロセスは、1つまたは複数の上記のスイッチ11、21、31、41、51、61;30、320;220、230および331を開くかまたは閉じることによってアクティベーション1C Eおよび制御ユニットDによって駆動される。一方における詳細な領域A内の素子と、他方におけるアクティベーション1C Eおよび制御ユニットDとの間の相互作用を詳しく以下において記述する。

【0040】充電プロセスに関して、最初に、充電されるべき特定の圧電素子10、20、30、40、50または60が選択されなければならない。専ら第1の圧電素子10を充電するためには、第1のプラチ110のプラチセレクトスイッチ11が閉成され、他のすべてのプラチセレクトスイッチ21、31、41、51および61は開かれたままである。専ら他のいずれかの圧電素子20、30、40、50、60を充電するためにはまたは幾つかの圧電素子を同時に充電するためには、相応のプラチセレクトスイッチ21、31、41、51および61または61を開成することによってこれらの圧電素子が選択される。

【0041】次いで、充電プロセス自体が行われる。一般的に、この考察される実施例において、充電プロセスはキャパシタ210と第1の圧電素子10のグループセクタ圧電素子14との間に正の電位差を必要とする。しかし、充電スイッチ220および放電スイッチ230が開いている限り、圧電素子10の充電または放電は発生しない。この状態において図2に図示された回路は定常状態にある。すなわち、圧電素子10がその電荷状態を実質的に不変的に保っており、電流が流れない。

【0042】第1の圧電素子10を充電するために、充電スイッチ220が閉成される。理論的には、第1の圧電素子10はそうするだけで充電されるはずである。しかし、これが大電流を発生させ、この大電流が関連する素子にダメージを与えるかもしれない。それゆえ、発生する電流は測定点G2で測定され、検出される電流が一定の制限値を越えるやいなやこのスイッチ220は再び閉成される。従って、第1の圧電素子10において所望の電荷に達するために、充電スイッチ220は繰り返し開閉され、放電スイッチ230は随かたまたまにしておかれる。

【0043】もっと詳しく言えば、充電スイッチ220が閉成している場合、図3Aに矢印で示された状態が発生する。すなわち圧電素子10、キャパシタ210およびコイル240からなる直列回路を有する閉回路が形成され、この閉回路において電流 i_{Ls} (t)が図3Aに

12

矢印で示されているように流れる。この電流フローの結果、両方の正の電荷が第1の圧電素子10のグループセクタ圧電素子14にもたられ、エネルギーがコイル240に蓄積される。

【0044】充電スイッチ220が閉成した後で短時間(例えば、数 μs)この充電スイッチ220が閉成される場合、図3Bに示された状態が発生する。圧電素子10、充電ダイオード221およびコイル240からなる直列回路を有する閉回路が形成され、この閉回路において電流 i_{Ls} (t)が図3Bに矢印で示されているように流れる。この電流フローの結果、コイル240に蓄積されたエネルギーが圧電素子10に流れる。この圧電素子10へのエネルギー供給に相応して、圧電素子10で発生する電圧およびこの圧電素子10の外注法が増大する。一度エネルギー輸送がコイル240から圧電素子10へ行われると、図2に示された既述の回路の定常状態が再び得られる。

【0045】その時点またはそれ以前または以後に(充電動作の所望のタイムプロファイルに依存して)充電スイッチ220が再び閉成され再び開かれる。この結果、上記のプロセスが繰り返される。充電スイッチ220のこの再開閉の結果、圧電素子10に蓄積されるエネルギーが増大し(既にこの圧電素子10に蓄積されていたエネルギーに新たに供給されたエネルギーが加算される)、圧電素子10で生じる電圧およびこの圧電素子10の外注法がこれに応じて増大する。

【0046】充電スイッチ220の上述の閉成が多数回繰り返されるならば、圧電素子10で生じる電圧およびこの圧電素子10の伸長は段階的に増大する。

【0047】充電スイッチ220が所定の回数だけ開閉するとおよび/または圧電素子10が所望の充電状態に達すると、この圧電素子10の充電が充電スイッチ220を開いたままにすることによって終了される。

【0048】放電プロセスに関して、考察されるこの実施例では、圧電素子10、20、30、40、50および60がグループ(G1および/またはG2)において次のように放電される:最初に、その圧電素子が放電されるべきである1つのグループまたは2つのグループG1および/またはG2のグループセクタスイッチ310および/または320が閉成される(プラチセレクトスイッチ11、21、31、41、51、61は放電プロセスのための圧電素子10、20、30、40、50、60の選択には作用しない。というの、この場合これらのプラチセレクトスイッチはプラチダイオード12、22、32、42、52および62によってバイパスされるからである)。従って、第1のグループG1の部分である圧電素子10を放電するためには、第1のグループセクタスイッチ310が閉成される。

【0049】放電スイッチ230が閉成されると、図3

(8)

特開2002-34270

13

cに示された状態が発生する。圧電素子10およびコイル240からなる直列回路を有する閉回路が形成され、この閉回路において電流 i_{10} (t)が図3cに矢印で示されているように流れる。この電流フローの結果、圧電素子に蓄積されていたエネルギーの一部がコイル240に伝達される。圧電素子10からコイル240へのエネルギー供給に相応して、圧電素子10において発生する電圧およびこの圧電素子10の外注法が減少する。

【0050】放電スイッチ230が閉成した後で短時間(例えば、数 μ s)この放電スイッチ230が開かれる場合、図3dに示された状態が発生する。圧電素子10、キャパシタ210、放電ダイオード231およびコイル240からなる直列回路を有する閉回路が形成され、この閉回路において電流 i_{10} (t)が図3dに矢印で示されているように流れる。この電流フローの結果、コイル240に蓄積されていたエネルギーがキャパシタ210にフィードバックされる。一度エネルギーが伝送がコイル240からキャパシタ210へ行われると、図2に示された既述の回路の定常状態が再び得られる。

【0051】その時点またはそれ以前または以後に(放電動作の所望のタイムプロファイルに依存して)放電スイッチ230が再び閉成され再び開かれる。この結果、上記のプロセスが繰り返される。放電スイッチ230のこの再開の結果、圧電素子10に蓄積されるエネルギーが更に減少し、この圧電素子で生じる電圧およびこの圧電素子の外注法もこれに応じて減少する。

【0052】放電スイッチ230の上述の閉開が多数回繰り返されるならば、圧電素子10で生じる電圧およびこの圧電素子10の伸長は段階的に減少する。

【0053】放電スイッチ230が所定の回数だけ閉開するとおよび/または圧電素子が所望の放電状態に達すると、この圧電素子10の放電が放電スイッチ230を開いたままにすることによって終了される。

【0054】アクティブーションIC Eと一方で制御ユニットDと他方で詳細な領域A内のエレメントとの間の相互作用は、アクティブーションIC Eから詳細な領域A内のエレメントへとブランチセクタ制御ライン410、420、430、440、450、460、グローバルセクタ制御ライン510、520、ストップスイッチ制御ライン530、充放電スイッチ制御ライン540および放電スイッチ制御ライン550および制御ライン560を介して送達される制御信号によって実施される。他方で、詳細な領域A内の測定点600、610、620、630、640、650で得られたセンサ信号があり、これらのセンサ信号はセンサライン700、710、720、730、740、750を介してアクティブーションIC Eに、並びにセンサライン700及び710を介して制御ユニットDに伝達される。

【0055】これらの制御ラインは、上記のような相

14

のスイッチを開閉することによって圧電素子10、20、30、40、50または60を選択し単一のまたは複数の圧電素子10、20、30、40、50、60の充電または放電プロセスを実行するためにトランジスタベースに電圧を供給したりしなかったりするのにも使用される。センサ信号は特に、それぞれ測定点600あるいは610から圧電素子10、20および30あるいは40、50および60の結果的に生じる電圧および測定点620から充電および放電電流を検出するのに使用される。制御ユニットDおよびアクティブーションIC Eは、図2および4を参照しながらこれから詳細に記述するような両者の相互作用を実施するために、これら2種類の信号を組み合わせるのに使用される。

【0056】図2に示されているように、制御ユニットDおよびアクティブーションIC Eはパラレルバス840および付加的にシリアルバス850によって互いに接続されている。パラレルバス840は特に制御ユニットDからアクティブーションIC Eへの制御信号の高速伝送のために使用され、他方でシリアルバス850は比較的低速なデータ伝送のために使用される。

【0057】図4には、一般に重要な幾つかのコンポーネントが示されている: ロジック回路800、RAMメモリ810、デジタル/アナログ変換器システム820およびコンパレータシステム830である。更に(制御信号用の)高速パラレルバス840がアクティブーションIC Eのロジック回路800に接続されており、他方で比較的低速なシリアルバス850がRAMメモリ810に接続されているが示されている。ロジック回路800は、RAMメモリ810、コンパレータシステム830および信号ライン410、420、430、440、450および460; 510および520; 530; 540、550および560に接続されている。RAMメモリ810はロジック回路800並びにデジタル/アナログ変換器システム820に接続されている。デジタル/アナログ変換器システム820は更にコンパレータシステム830に接続されている。コンパレータシステム830は更にセンサライン700および710; 720; 730、740および750と前述のようにロジック回路800に接続されている。

【0058】上記のコンポーネントは例えば以下のように充電プロセスにおいて使用される: 制御ユニットDによって、図5を参照して一層詳細に説明するように、所定の目標電圧に充電されるべき特定の圧電素子10、20、30、40、50または60が決定される。その場合、(デジタル数字により表現された)目標電圧の値がRAMメモリ810へ比較的低速なシリアルバス850を介して送達される。後でまたは同時に、選択されるべき特定の圧電素子10、20、30、40、50または60に相応しかつRAMメモリ810内の伝送されたアドレスについての情報を含んでいるコード信号が

(9)

待機 2002-34270

15

ロジック回路800にパラレルバス840を介して伝送される。後ほど、図1cを参照して説明したように、ストローブ信号2がロジック回路800にパラレルバス840を介して送られる。このパラレルバス840は充電プロセスのためのスタート信号を供給する。

【0059】スタート信号により最初にロジック回路800はRAMメモリ810から目標電圧のデジタル値をピックアップし、このデジタル値をデジタル/アナログ変換器システム820に伝達させる。これによりこの変換器820の1つのアナログ出力側に所望の電圧が現れる。更に、前記アナログ出力側(図示せず)はコオペレータシステム830に接続されている。これに加えて、ロジック回路800は(第1のグループG1のいずれかの充電素子10、20、30のための)測定点600または(第2のグループG2のいずれかの充電素子40、50、60のための)測定点610をコオペレータシステム830に対して選択する。この結果、目標電圧と選択された充電素子10、20、30、40、50または60における瞬時の電圧がコオペレータシステム830によって比較される。この比較の結果、すなわち目標電圧と瞬時の電圧との間の差がロジック回路800に伝達される。これにより、ロジック回路800は、目標電圧と瞬時の電圧が互いに等しくなるやいなやこのプロセスをストップすることが可能である。

【0060】第2に、ロジック回路800は制御信号を選択された充電素子10、20、30、40、50または60に相当するブランチセレクトスイッチ11、21、31、41、51または61に供給し、この結果、このスイッチが閉成される(すべてのブランチセレクトスイッチ11、21、31、41、51および61はここで記述される実施例では充電プロセスの開始の前には開いた状態にあると考えられている)。次に、ロジック回路800は制御信号を充電スイッチ220に供給し、この結果、このスイッチが閉成される。更に、ロジック回路800は測定点620で発生する電流の測定をスタート(または継続)する。ここで、測定された電流は予め設定された最大値とコンパレータシステム830によって比較される。予め設定された最大値に検出された電流が到達するやいなや、ロジック回路800は充電スイッチ220を再び開く。

【0061】再び、測定点620における残留電流が検出され、予め設定された最小値と比較される。前記の予め設定された最小値に到達するやいなや、ロジック回路800はブランチセレクトスイッチ11、21、31、41、51または61を再び閉成させ、このプロセスをまたスタートする。

【0062】充電スイッチ220の開閉は、測定点600または610で検出される電圧が目標電圧を下回る限りは繰り返される。目標電圧に到達するやいなや、ロジック回路はこのプロセスの継続をストップする。

15

【0063】放電プロセスは同様のやり方で行われる; 充電素子10、20、30、40、50または60の選択がグループセレクトスイッチ310あるいは320によって行われ、充電スイッチ220の代わりに放電スイッチ230が閉断され、予め設定された最小目標電圧に到達しなくてはならない。

【0064】次に、制御ユニットDのブロック図を示している図5を付加的に参照する。制御ユニットDは中央処理ユニット(CPU)6と、並列インタフェース8とアナログ/デジタル変換器9とを含んでいる。アナログ/デジタル変換器9はライン700、710および760を介してそれぞれ電圧測定点600、610および640から受信した測定された電圧を記憶するための結果バッファ5を含んでいる。

【0065】ストローブパルス2は電撃事象の始めまたは終わりをトリガする。CPU6は、どの充電式アクチュエータが充電または放電されるべきであるか、すなわち検閲シリンダの噴射バルブが影響を及ぼされるべきであるか、結果的にどの充電式アクチュエータの電圧が測定されなければならないかを突き止める。CPU6は、バッファキャパシタ210にかかっている電圧がいづつ測定されるべきであるかを突き止める。測定されるべきデバイスの識別はCPU6から並列インタフェース8に送出される。CPU6は有利には、測定されるべき充電式アクチュエータを、4ストロークエンジン作業サイクルと同期してクランク角2回転毎にインクリメントするが、別のスキームも可能である。CPU6は、いずれかの適当なプロセスまたはマイクロプロセッサであってよい。

【0066】並列インタフェース8は、ストローブパルスに反応して、図1dを参照して説明したように、電圧測定トリガパルス4を発生する。トリガパルス4は、ストローブパルス2の前縁の前または後縁の後縁のタイムオフセットA1において生じるようにする。タイムオフセットA1は、先行する充電または放電動作が完了していることが保証されるように選択されている。タイムオフセットA1は、例えば、次の放電動作の開始の前の10ないし15μs、または次のストローブパルスの後縁の前の10ないし15μsである。とよい。

【0067】図6aないし図6dを参照するに、充電式アクチュエータには、電撃事象VE2、VE1等の放電動作1に続いて減速される機械的な振動の期間がある。この期間の振動3はアクチュエータにかかっている電圧レベルにある。この期間に行われるアクチュエータの電圧レベル測定は使用可能でないかまたは少なくとも完全に使用可能ではない。本発明の1つの実施例において、図6bないし図6dに示されているように、後続の放電動作1のストローブパルス2のスタートと同時に発生される、これにより電圧測定は、測定されるべき電圧を形成した放電動作後であるだけ遅いが、まだ次

(10)

特開2002-34270

17

の充放電動作のスタート前に実施される。この実施例は、充放電動作に続く駆動期間の間に電圧測定が行われるのを避けることができる。

【0068】アナログ/デジタル変換器9は、並列インタフェース8からトリガパルス4を受信しかつそれぞれのトリガパルスに応じて圧電素子バンクG1およびG2にかかっているおよびバッファキャパシタ210にかかっている電圧を読み出す。電圧はまず、バンクG1およびG2およびバッファキャパシタ210にかかっている電圧に相応している、センサライン700、710および760から受信した瞬時のアナログ電圧値をデジタル値に変換することによって読み出される。それから結果的に生じたデジタル電圧値が結果レジスタ5に保存される。アナログ/デジタル変換器9は、バンクG1またはG2のいずれがアクティブな噴射バンクであるかに関する情報を有していないので、2つのバンクに対する電圧が同時に読み出されかつ結果がバッファに記憶される。これにより、例えば噴射動作期間のアナログ/デジタル変換器による通信トラフィックが原因の、CPU6上の負荷が低減されることになる。それからCPU6は、噴射事象が完了した後でCPU6上の負荷が比較的低いとき、記憶された電圧値をフッシュすればよい。

【0069】噴射操作VE1、VE2、HEおよびNEを有する例えば一方のバンクG1の噴射サイクルに、バンクG2におけるアクチュエータの噴射事象VEまたはNEが割り込むことができる。従って、電圧測定トリガパルスは、CPUによって定められた1つのアクチュエータに対してのみ同時に発生される。これにより、結果バッファ5に記憶されている値の、所定のアクチュエータの噴射操作に対する特別単純な相関が可能になる。

【0070】本発明のいくつかの実施例において、1つのアクチュエータに対して説明してきた4つの噴射事象より少ない事象の電圧が測定される。これには所定の噴射サイクルのたった1つの噴射事象の測定さえも含まれている。例えば、HE事象だけが生成するならば、HEに対する電圧だけが測定されればよい。

【0071】これまで説明してきた実施例以外にも、本発明による方法および/または装置の特定のインプリメンテーションにおいて多数の変形例が可能である。例えば、アクティベーションIC Eおよび制御ユニットDの特許のコンフィギュレーションおよび操作において相

10

互の変形例が可能である。勿論、当業者には理解できるように、本発明の範囲で代わりのその他のアクティベーションおよび制御ユニットを使用することも可能である。本発明は、圧電素子を使用する様々なタイプの機関に適用することができる。本発明が燃料噴射アクチュエータに制限されておらず、適当に使用されるようになっている事実上すべての圧電素子に対して応用がきくことは勿論である。本発明の範囲は、特許請求の範囲によってのみ制限されるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1a】アクチュエータとして使用される圧電素子に対する噴射サイクルを説明する概略図である。

【図1b】図1aの噴射サイクルに相応する噴射制御バルブ位置を表わしている概略図である。

【図1c】図1aの噴射サイクルに相応するストロークパルスを表わしている概略図である。

【図1d】図1aの噴射サイクルに相応する電圧測定トリガパルスを表わしている概略図である。

【図2】燃料噴射システムの一部の1つの圧電素子にかかっている電圧をタイミングをとって測定するための装置の実施例の回路図である。

【図3a】図2の装置における第1の充電フェーズ（充電スイッチ220は閉成されている）を説明するための回路図である。

【図3b】図2の装置における第2の充電フェーズ（充電スイッチ220は開放されている）を説明するための回路図である。

【図3c】図2の装置における第1の放電フェーズ（放電スイッチ230は閉成されている）を説明するための回路図である。

【図3d】図2の装置における第2の放電フェーズ（放電スイッチ230は開放されている）を説明するための回路図である。

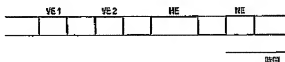
【図4】図2のアクティベーションIC Eのブロック概略図である。

【図5】図2の制御ユニットDのブロック概略図である。

【図6】a～dは、図1aないし1dに類似しているが、アクチュエータの充放電動作に続く圧電式アクチュエータ電圧変動を回避するために、電圧測定トリガパルスのタイミングを説明する概略図である。

【図7】燃料噴射システムの概略図である。

【図1a】

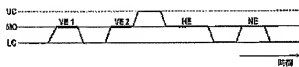


時間

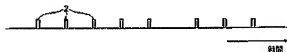
(11)

特開 2002-34276

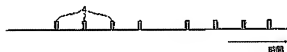
【図 1 b】



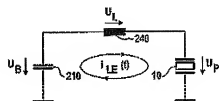
【図 1 c】



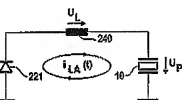
【図 1 d】



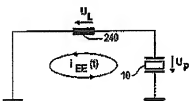
【図 3 a】



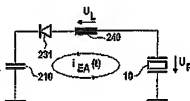
【図 3 b】



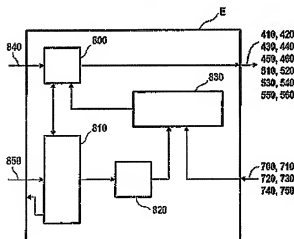
【図 3 c】



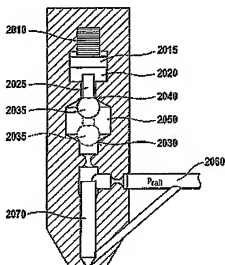
【図 3 d】



【図 4】



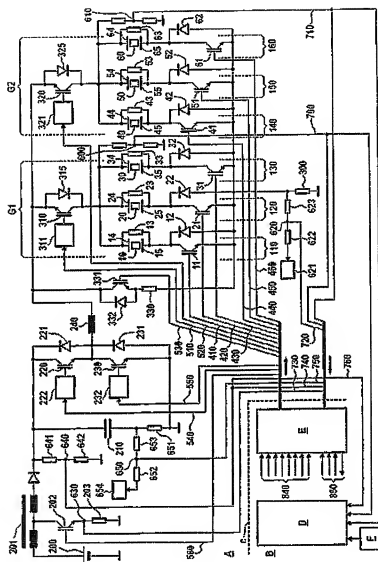
【図 7】



(32)

特開2002-34270

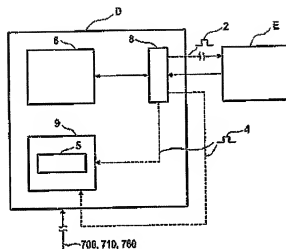
【図2】



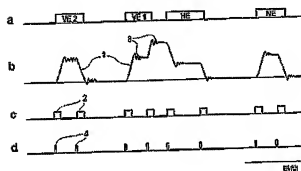
(13)

特開2002-34270

【図5】



【図6】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁷

識別記号

F I

サーコード (参考)

F 0 2 M 51/00

F 0 2 M 51/00

E

H 0 1 L 41/083

51/06

M

// F 0 2 M 51/06

H 0 1 L 41/08

P

(72)発明者 カイ バルニッケル

(72)発明者 ウド シュルツ

ドイツ連邦共和国 シュツツトガルト フ

ドイツ連邦共和国 ヴァイヒゲン/エン

リードリッヒェンツンデルーシュトラッセ

ツ コルンブルーメンヴェーク 34

48

(72)発明者 ヨーゼフ ネーヴァルト

ドイツ連邦共和国 シュツツトガルト パ

ンツハルデンシュトラッセ 89

(14)

特開 2 0 0 2 - 3 4 2 7 0

F ターム(参考) 3C056 AA07 AB02 AC09 AD12 BA43
 BA44 BA51 BA69 CC06T
 CC08T CC09U CC14 CC64U
 CC68T CC69U CC26 CE13
 CE27 CE29 DA01 DA09 DC00
 3G084 BA13 DA04 DA27 EA05 EA07
 EC01 EC05 FA09
 3G301 JA09 JB09 LC05 HA11 HB03
 NB13 PB03B PB03Z

- (54)【発明の名称】 少なくとも 1つの圧電素子の充電回路におけるデバイスにかかっている電圧をタイミングをとって測定するための方法および少なくとも 1つの圧電素子の充電回路におけるデバイスにかかっている電圧をタイミングをとって測定するための装置